

XANES による SWNT 生成時における Pt 触媒のその場観察

In-situ XANES study on chemical states of Pt catalysts during SWNT growth

名城大院理工 [○]熊倉 誠, 桐林 星光, 才田隆広, 成塚重弥, 丸山隆浩

Meijo Univ., [○]Makoto Kumakura, Hoshimitsu Kiribayashi, Takahiro Saida,

Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama

E-mail: takamaru@meijo-u.ac.jp

単層カーボンナノチューブ(SWNTs)は優れた電気的特性を有することから、エレクトロニクス材料への応用が期待されている。一般に半導体型 SWNT は、直径が小さいほどバンドギャップが広がるため、エレクトロニクス応用には細径の SWNT を作製する必要がある。我々の研究室ではこれまで高真空アルコールガスソース法を用いて Pt 触媒から直径 1.0 nm 以下の SWNT が成長することを報告してきた[1]。しかし、Pt 触媒からの SWNT の生成メカニズムは未だ不明な点が多い。そこで本研究では X 線吸収端近傍構造(XANES)のその場観察を行うことにより、SWNT 成長中の Pt 触媒粒子の化学結合状態を評価した。

SiO₂/Si 基板の上に EB 蒸着装置を用いて膜厚 0.2 nm 相当の Pt 触媒を蒸着し、その場観察用 CVD 装置で SWNT が成長中に XANES 測定を行った。成長条件は成長温度 700°C、エタノール圧力 20 Pa と固定し、6~7 分おきに測定を行った。また比較のため、SWNT 成長前と加熱時の試料の XANES 測定を行った。XANES 測定はあいちシンクロトロン光センタービームライン BL5S1 において行った。

Fig.1 に各時間における Pt-L₃ 端 XANES スペクトルを示す。成長前と加熱時の試料を比較すると、Pt-L₃ 端のピーク高さが減少していることから、加熱によって酸化層が還元され、Pt 触媒が金属的になっていることがわかった[2]。また、加熱後は、SWNT 成長時においてもスペクトルの形状に変化が見られなかったため、SWNT 成長中、Pt 触媒は金属状態になっていると考えられる。すなわち、Pt 触媒中には炭素はほとんど固溶せず、触媒表面での炭素の拡散により、カーボンナノキヤップが形成され、その後、SWNT が成長したと考えられる。

本研究を実施するにあたり、私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「グリーンイノベーション研究拠点形成プロジェクト」の支援を受けました。

[1] T. Maruyama et al., Mater. Express 1 (2011) 267.

[2] T. Shishido et al., Catal. Lett. 131 (2009) 413.

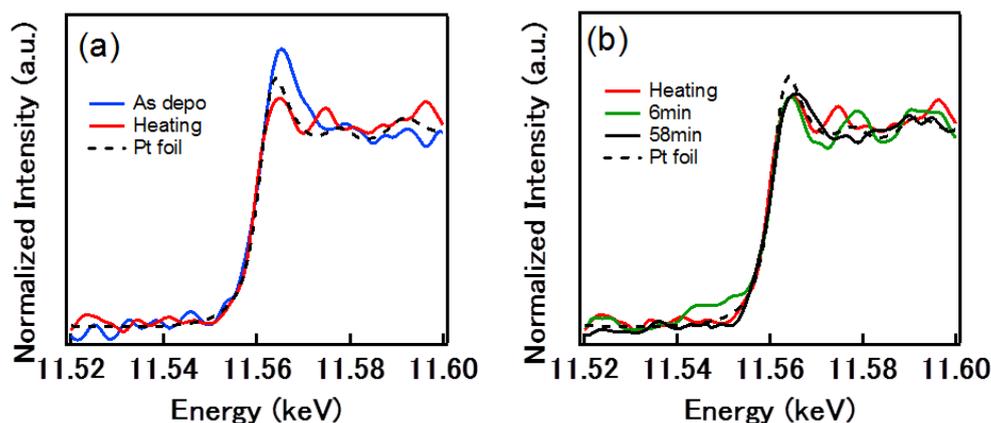


Fig.1 In-situ Pt L₃-edge XANES spectra of Pt catalysts for the samples (a) just before and after heating at 700 °C and (b) after SWNTs grew for 6 and 58 min. XANES spectra of Pt foil are also shown.